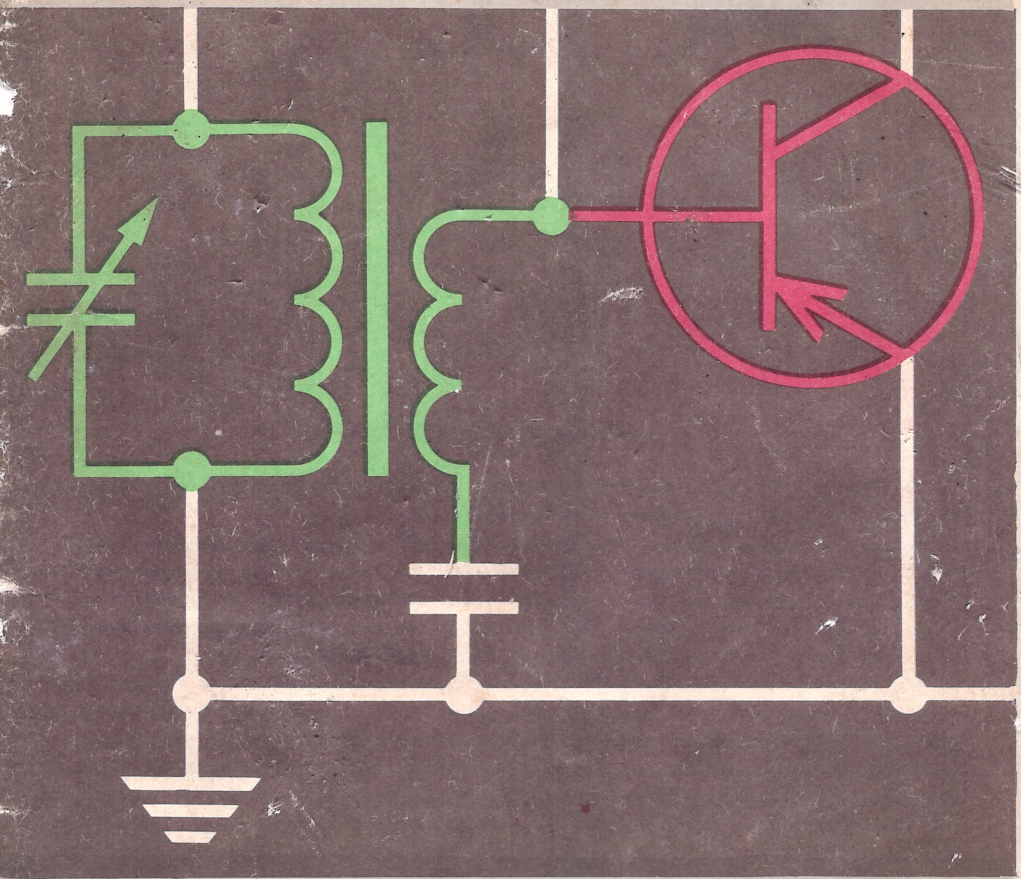
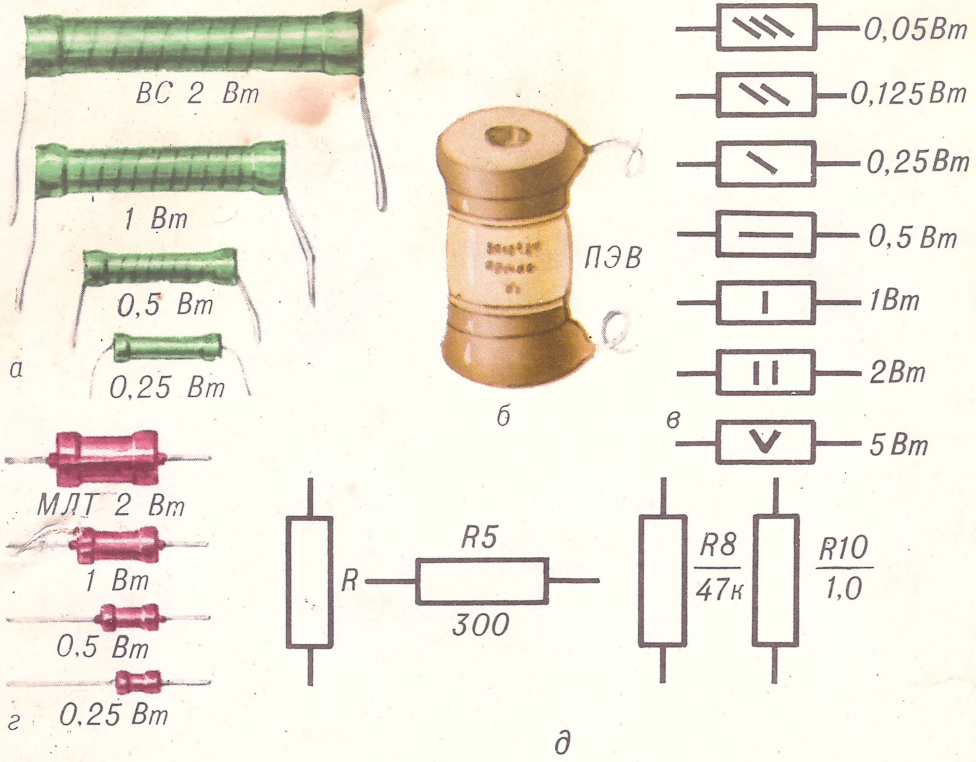
простейшие
транзисторные
радиоприемники

выпуск-2



учитесь читать радиоэлектронные схемы

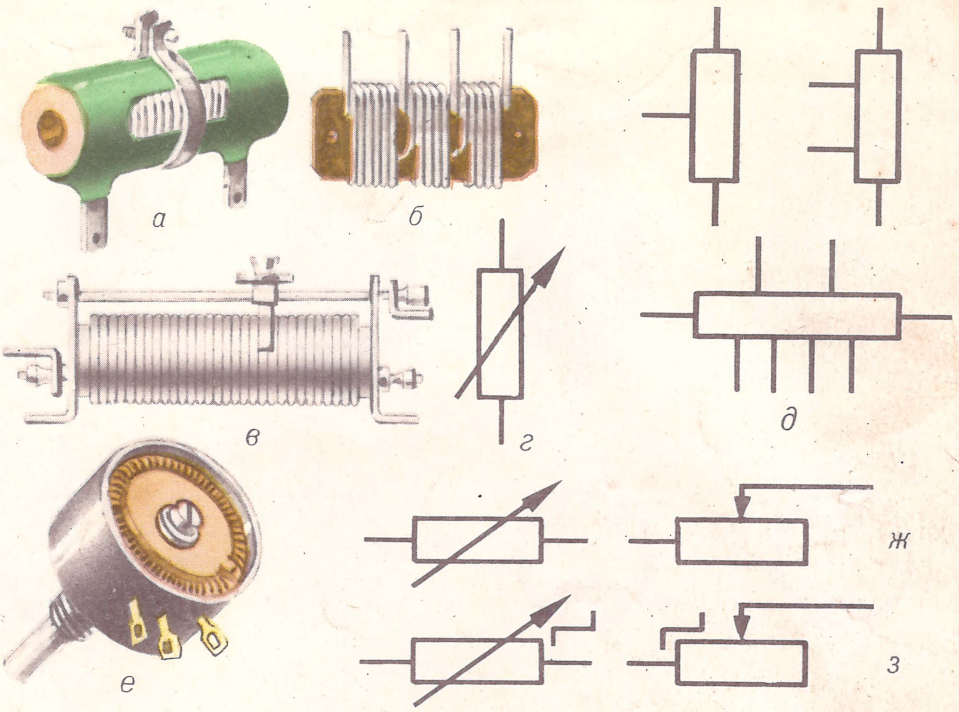


1. РЕЗИСТОРЫ НЕРЕГУЛИРУЕМЫЕ (ПОСТОЯННЫЕ)

Резистор — деталь аппаратуры, оказывающая активное сопротивление электрическому току. В монтаже радиоэлектронной аппаратуры чаще всего применяют непроволочные резисторы из тонких углеродистых или металлических пленок на керамическом каркасе.

Наиболее распространенные типы МЛТ (**г**) — металлизированные, лакированные, термостойкие и УЛМ — углеродистые, лакированные, малогабаритные. Используются в монтаже малогабаритной аппаратуры и приборов. Резисторы типа ВС (**а**) — влагостойкие, ПЭВ (**б**) — проволочный, влагостойкий, применяются в монтаже аппаратуры нормальных габаритных размеров.

На схемах резистор обозначают прямоугольником (**д**) с отношением сторон 1 : 2,5. Возле обозначения ставят букву *R*, а рядом с ней — цифру, обозначающую порядковый номер. Под ними или вверху — цифра, указывающая номинальную величину сопротивления. Величины по 999 Ом выражаются в омах, от 1000 по 999999 Ом — в килоомах (рядом ставится буква **к**), от 1 000 000 Ом и выше — пишется цифра с запятой, что обозначает сопротивление в мегомах. Например: 1,0 — означает сопротивление 1 МОм (**д**). Если нужно на схеме указать мощность, на которую рассчитан резистор, применяют обозначения, показанные на рис. **в**.



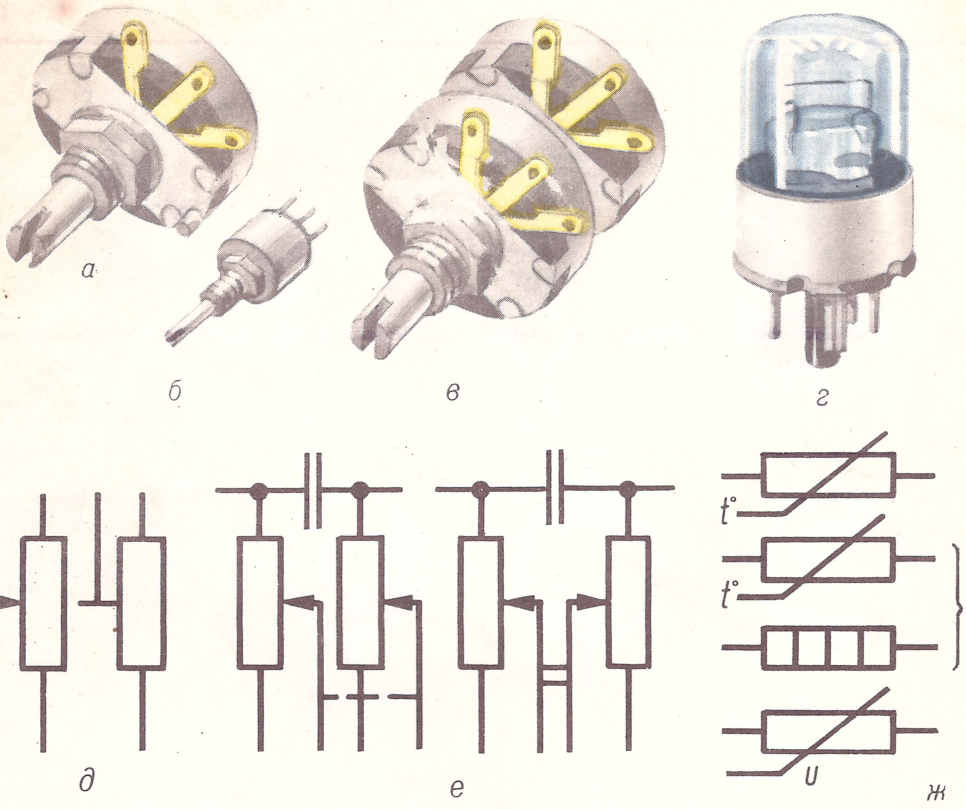
2. РЕЗИСТОРЫ РЕГУЛИРУЕМЫЕ (ПРОВОЛОЧНЫЕ)

Регулируемые проволочные резисторы используют в радиоэлектронной аппаратуре для плавной или ступенчатой регулировки величины сопротивления. Конструкция резистора зависит от его назначения и места установки в приборе.

Для установки внутри прибора применяют регулируемый проволочный резистор (**е**), в котором подвижный контакт, закрепленный на управляемой оси, может перемещаться по обмотке из проволоки с высоким удельным сопротивлением, расположенной на цилиндрическом каркасе. Обозначение резистора с плавной регулировкой показано на рис. **ж**: слева — общее обозначение, справа — регулируемый резистор, у которого не используется один вывод. Если резистор со ступенчатым регулированием, то возле условного обозначения ставят черточку с загибами (**з**).

При проверке и наладке радиоэлектронных приборов используют проволочные реостаты (в). Общее обозначение реостата на рис. **г**.

В некоторых приборах применяют резисторы без плавного регулирсвания сопротивления (**а**) или проволочные с отводами (**б**). Условные обозначения их в схемах показаны на рис. **д**. Если резистор имеет более двух отводов, то длинную сторону обозначения допускается увеличивать (нижний рис. **д**).



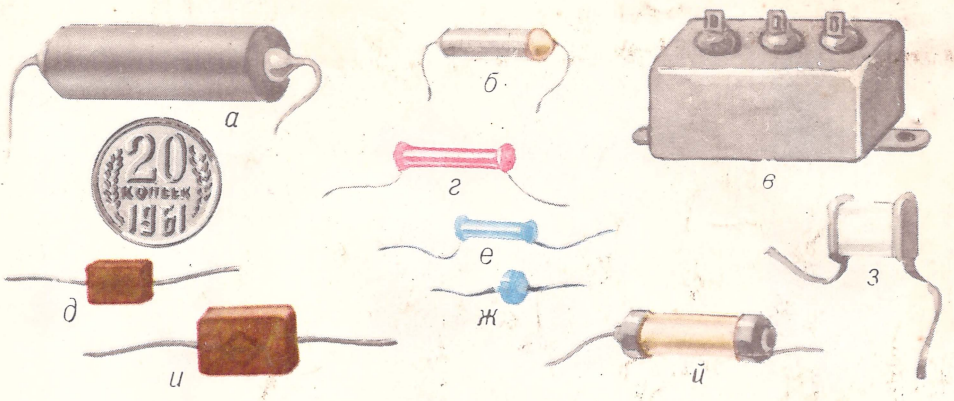
3. РЕЗИСТОРЫ РЕГУЛИРУЕМЫЕ (НЕПРОВОЛОЧНЫЕ) И ТЕРМОРЕЗИСТОРЫ

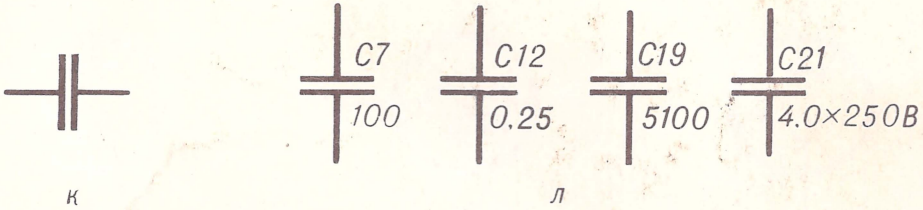
В радиоприемниках и телевизорах напряжение в цепях регулируют потенциометрами — непроволочными резисторами с плавным изменением величины сопротивления: нормального типа (**а**) и малогабаритными (**б**). Резистор имеет три вывода: два от концов токопроводящего слоя и средний от ползунка. Общее обозначение на схемах показано на рис. **д**, слева. Если регулировка производится с разрывом цепи, то стрелку не ставят (рис. **д**, справа).

В некоторых приборах применяют сдвоенные переменные резисторы (**в**). Их включают в участки схемы, в которых одновременно регулируют и изменяют режим цепи. Условное обозначение таких резисторов на схемах приведено на рис. **е**. Штриховая линия показывает, что управление обоими резисторами осуществляется одной ручкой.

В измерительной радиоэлектронной аппаратуре используют резисторы из полупроводниковых материалов. Величина их сопротивления резко изменяется с изменением температуры. Такие приборы называются термисторами, или терморезисторами (**г**). Общее обозначение их на схемах показано на рис. **ж**, вверху. Если термистор косвенного подогрева, то под его графическим обозначением показывают подогревный элемент (рис. **ж**, посередине).

В устройствах автоматического регулирования применяют сопротивления, величина которых зависит от величины приложенного напряжения (не в прямой зависимости). Они называются варисторами и обозначаются так, как показано на рис. **ж**, внизу.





к л

4. КОНДЕНСАТОРЫ НЕРЕГУЛИРУЕМЫЕ (ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ)

Распространенной деталью радиоэлектронных приборов, приемников и других устройств являются конденсаторы постоянной емкости.

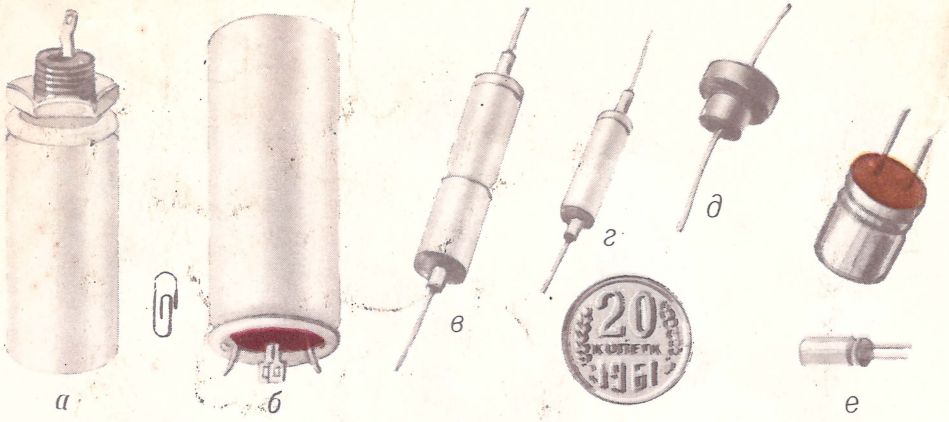
В зависимости от материала диэлектрика конденсаторы бывают: бумажные, металлобумажные, слюдяные, керамические, стеклокерамические и стеклоэмалевые, пленочные и металлопленочные. Внешнее оформление их разное.

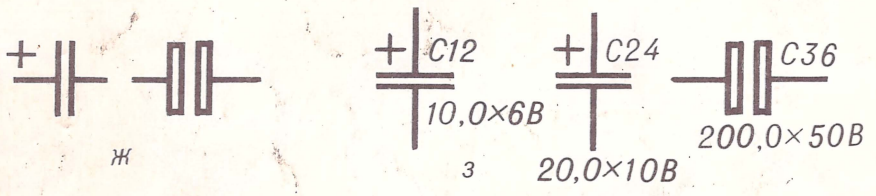
На рисунке показан внешний вид некоторых типов конденсаторов, часто встречающихся в монтаже радиоэлектронных приборов.

Конденсаторы с бумажным диэлектриком могут иметь цилиндрическую форму: тип КБГ-М2 (**а**), малогабаритный — БМ-1 (**б**); или прямоугольную — тип КБГ-МП (**в**). Конденсаторы со слюдяным диэлектриком: (**д**) — тип КСО-1, (**и**) — КСО-2, (**з**) — СГМ-1; керамические дисковые (**ж**) — тип КД-2, трубчатые (**е**) — тип КТ-1, (**г**) — КТ-2; с пленочным диэлектриком (**й**) — тип ПСО.

Конденсаторы постоянной емкости имеют на схемах общее обозначение (**к**).

Основные величины, характеризующие конденсатор, — емкость и рабочее напряжение. На схемах принято обозначать конденсатор буквой **С**, рядом — порядковый номер детали в схеме, ниже или рядом — величину емкости (рис. **л**). Емкость от 0 по 9999 пФ (пикофарад) обозначается числом без указания единицы измерения; большие емкости — числом микрофарад (мкФ). Например: емкость четверти микрофарады обозначается в виде десятичной дроби 0,25. При необходимости возле цифр, обозначающих емкость, указывают рабочее напряжение, например, 4,0×250 В.





5. КОНДЕНСАТОРЫ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ

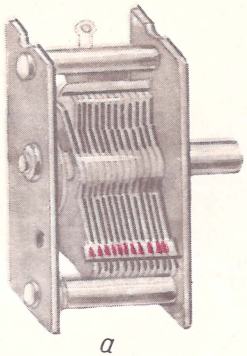
Электролитические конденсаторы пригодны для работы только в цепях с постоянной составляющей напряжения при обязательном соблюдении полярности включения. Применяются в цепях фильтров выпрямителей и в транзисторных приемниках в качестве переходных, фильтрующих и блокировочных.

В наиболее распространенных конденсаторах диэлектриком является тонкий слой окиси, образованный на поверхности обкладки из алюминиевой фольги. К ней подключается «плюс» источника напряжения, она называется анодом. Катодом служит электролит. Эти конденсаторы обладают большой емкостью при малых размерах.

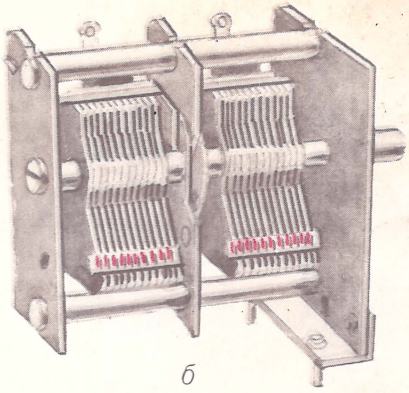
Разновидностей конденсаторов довольно много. Некоторые из них показаны на рисунке. В радиолюбительской практике распространены цилиндрические конденсаторы типа КЭ (**а**). У них катод выведен на металлический корпус. Конденсаторы нового типа К50-14 (**б**) имеют четыре секции, от анодов которых выведены четыре лепестка, катод общий — корпус.

С правой стороны рисунка показаны малогабаритные конденсаторы типов ЭМ (**в** и **г**), ЭТО (**д**), новых типов К50-6 (рис. **е**, вверху) и К50-3 (рис. **е**, внизу). Общее обозначение электролитических конденсаторов на схемах показано на рис. **ж**, слева. Положительную обкладку отмечают знаком «плюс». Обозначение неполярного конденсатора приведено на рис. **ж**, справа.

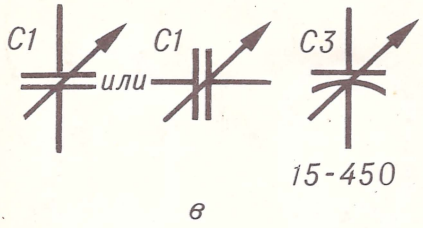
Возле обозначения конденсаторов ставят такие же цифровые знаки, как и возле конденсаторов постоянной емкости, но обязательно указывают величину рабочего напряжения (**з**).



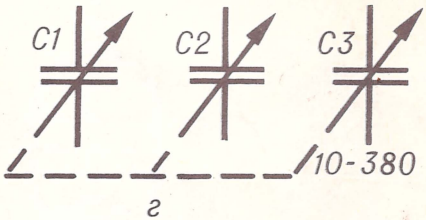
а



б



в



г

6. КОНДЕНСАТОРЫ РЕГУЛИРУЕМЫЕ (ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ)

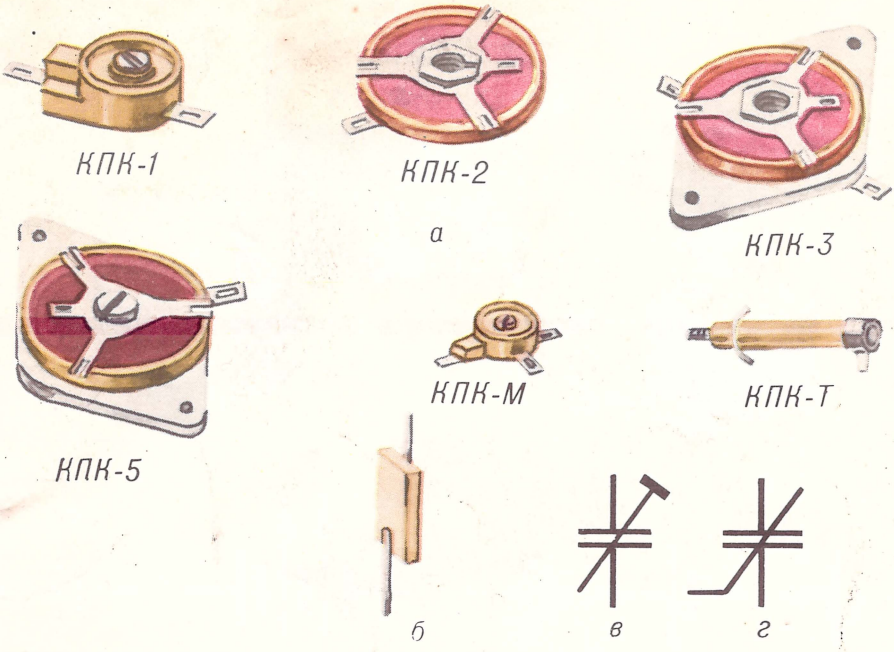
Наибольшее распространение получили конденсаторы переменной емкости (КПЕ) с воздушным диэлектриком. Они применяются в различной радиоэлектронной аппаратуре для настройки резонансных контуров в заданном диапазоне частот.

Конструктивно конденсатор (**а**) представляет собой две группы расположенных параллельно металлических пластин, разделенных между собой воздушным промежутком. Одна группа, закрепленная неподвижно в станине, называется с т а т о р о м, а вторая на оси — р о т о р о м. Группы пластин изолированы одна от другой. При повороте оси роторные пластины входят в воздушные промежутки между статорными пластинами, не касаясь их. Изменяя плавно взаимное положение ротора относительно статора, изменяют величину емкости конденсатора.

На рис. **а** изображен односекционный КПЕ. Для одновременной настройки двух и больше колебательных контуров применяют конденсаторные блоки двухсекционные (**б**), трех- и даже четырехсекционные.

Обозначение на схеме трехсекционного блока показано на рис. **г**. Секции имеют одинаковые емкости. Обычно изменение емкости возможно от 10—15 до 450—510 пФ.

Общее обозначение КПЕ показано на рис. **в**, слева. При необходимости указать присоединение к роторной пластине, ее изображают в виде дуги (**в**). Возле условного обозначения конденсатора ставят цифры, указывающие возможные границы изменения емкости, например от 15 до 450 пФ.



7. КОНДЕНСАТОРЫ ПОДСТРОЕЧНЫЕ И ВАРИКОНДЫ

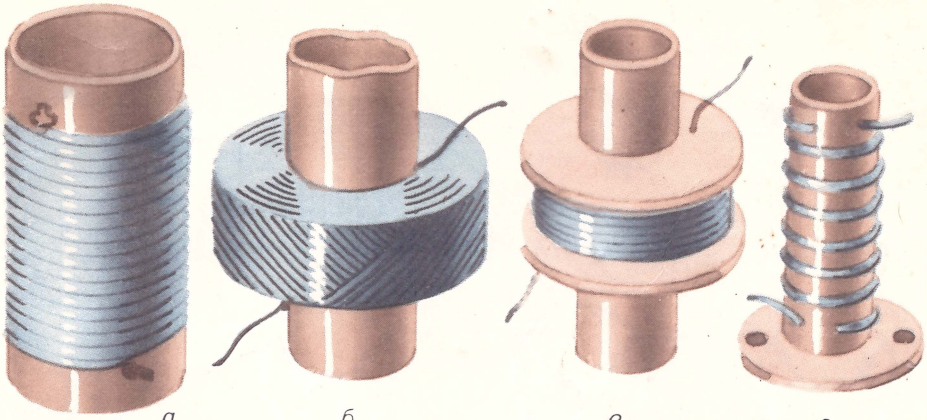
В колебательных контурах радиоэлектронной аппаратуры часто используют подстроечные (полупеременные) конденсаторы. Их емкость изменяют только при начальной настройке прибора.

На рис. **а** показаны распространенные типы керамических подстроечных конденсаторов. Каждый из них (кроме типа КПК-Т) состоит из керамического основания с нанесенным на него в виде полукруга тонким слоем серебра. Эта часть выполняет роль статора. Ротором служит верхняя поворотная часть (керамический диск), укрепленная на оси. Его наружная плоскость также имеет полукруглое серебряное покрытие. Вращая ротор, можно изменять емкость конденсатора. Изменение емкости трубчатого конденсатора КПК-Т достигается перемещением поршня (плунжера) внутри керамической трубочки.

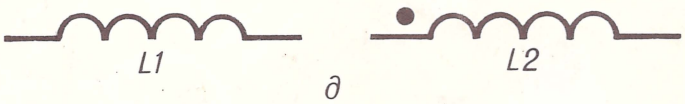
В зависимости от типа начальная емкость подстроечных конденсаторов находится в границах 2—350 пФ, конечная — соответственно 7—450 пФ. Общее обозначение подстроечного конденсатора на схемах показано на рис. **в**.

Эти конденсаторы часто используют для настройки колебательных контуров в транзисторных приемниках.

В последнее время стали применять конденсаторы с диэлектриком из специальной керамики, диэлектрическая постоянная которой изменяется в зависимости от величины постоянного напряжения, приложенного к обкладке конденсатора. Такой конденсатор (**б**) называется варикондом. Его обозначение на схемах показано на рис. **г**. Изогнутая линия и буква U показывают нелинейную зависимость емкости вариконда от напряжения.



а б в г



д

8. КАТУШКИ С ПОСТОЯННОЙ ВЕЛИЧИНОЙ ИНДУКТИВНОСТИ

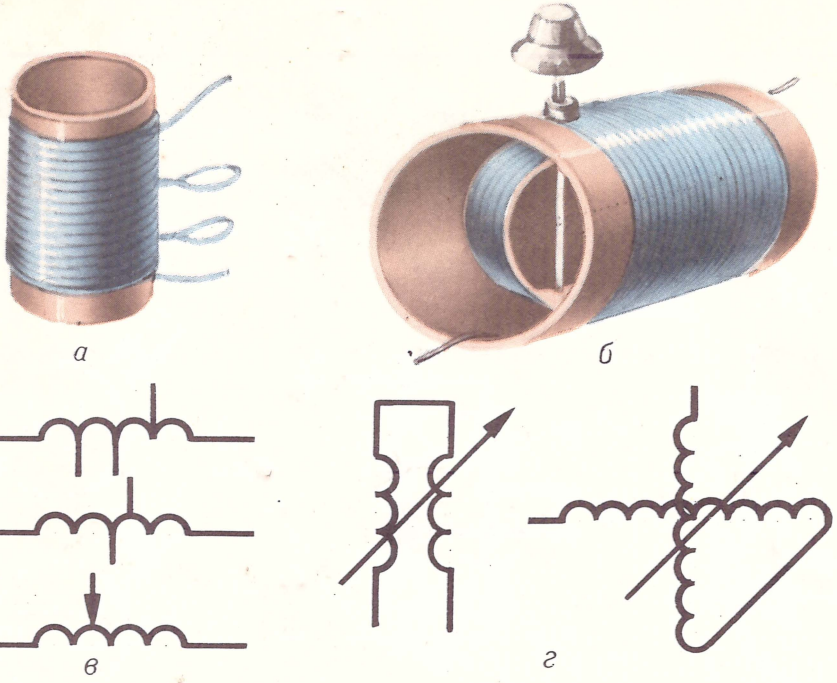
В радиоэлектронном приборе всегда применяются катушки индуктивности. Они обладают свойством противодействовать всякому изменению тока в цепи. Это происходит вследствие явления самоиндукции. Чем длиннее проводник и чем больше витков, тем больше самоиндукция или, как принято говорить, индуктивность. Катушки не являются стандартными деталями. Их рассчитывают и изготовляют для каждого типа прибора.

Катушки различают по конструкции, величине индуктивности, зависящей от способа намотки, количества витков и наличия сердечника.

Простая катушка индуктивности наматывается медным изолированным проводом на цилиндрический каркас (**а**) из картона или другого изоляционного материала в один слой плотно виток к витку. Чаще применяют катушки специальной конструкции с многослойной намоткой «универсаль» (**б**). Иногда обмотку помещают на цилиндрическом каркасе между двумя картонными щечками (**в**). При этом порядок укладки витков не соблюдают. Такая намотка называется «в навал».

Для диапазонов коротких волн (КВ) применяют однослойную обмотку с принудительным шагом (**г**).

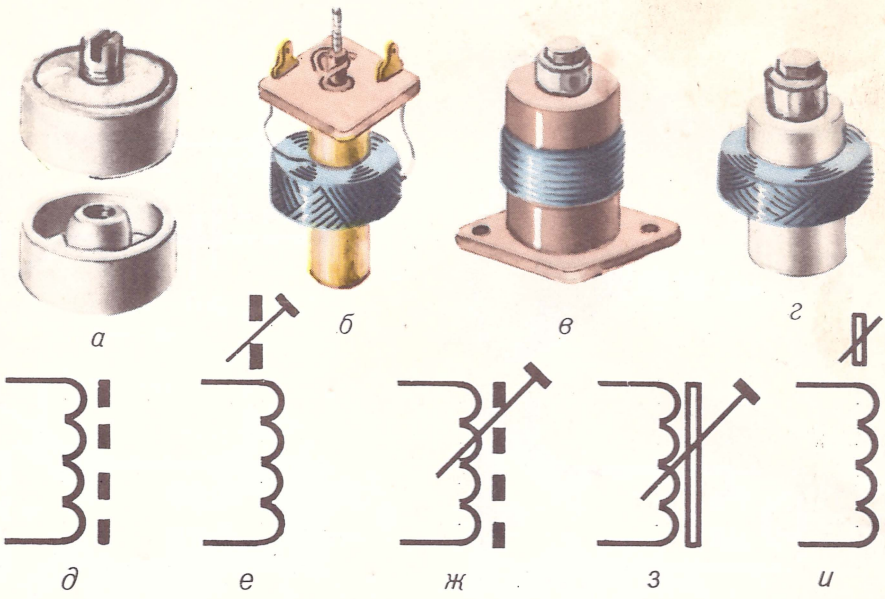
В рассмотренных конструкциях катушек индуктивности отсутствуют ферромагнитные сердечники. Обозначения катушек на схемах показаны на рис. **д**. Точка указывает на начало намотки.



9. КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ С ОТВОДАМИ И ВАРИОМЕТРЫ

Колебательный контур любого радиоэлектронного прибора, состоящий из катушки индуктивности, соединенной параллельно или последовательно с конденсатором, должен быть настроен на определенную частоту. Как известно, резонансная частота колебательного контура f_0 определяется формулой: $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, где L и C — соответственно величины индуктивности катушки и емкости конденсатора. Отсюда следует, что настройку контура на определенную частоту при заданной величине емкости можно осуществить подбором соответствующей величины индуктивности катушки. В таких случаях применяют катушки с отводами (**а**). Необходимую величину индуктивности подбирают, подключаясь поочередно к каждому отводу. Условное обозначение этих катушек на схемах показано на рис. **в**, вверху. Для более точного подбора требуемой величины индуктивности в некоторых приборах применяют катушки, у которых вместо отводов есть скользящий контакт, подобно ползунку лабораторного реостата. В этом случае условное обозначение катушки на схемах показано на рис. **в**, внизу.

Плавное изменение индуктивности при настройке контуров достигается применением системы из двух последовательно соединенных катушек, из которых одна помещена внутри другой (**б**). Наружная катушка неподвижна, а внутренняя закреплена на оси. Такая система называется вариометром. При плавном вращении внутренней катушки изменяется взаимодействие магнитных полей катушек, следовательно, плавно изменяется индуктивность системы. Обозначение вариометров на схемах показано на рис. **г**.



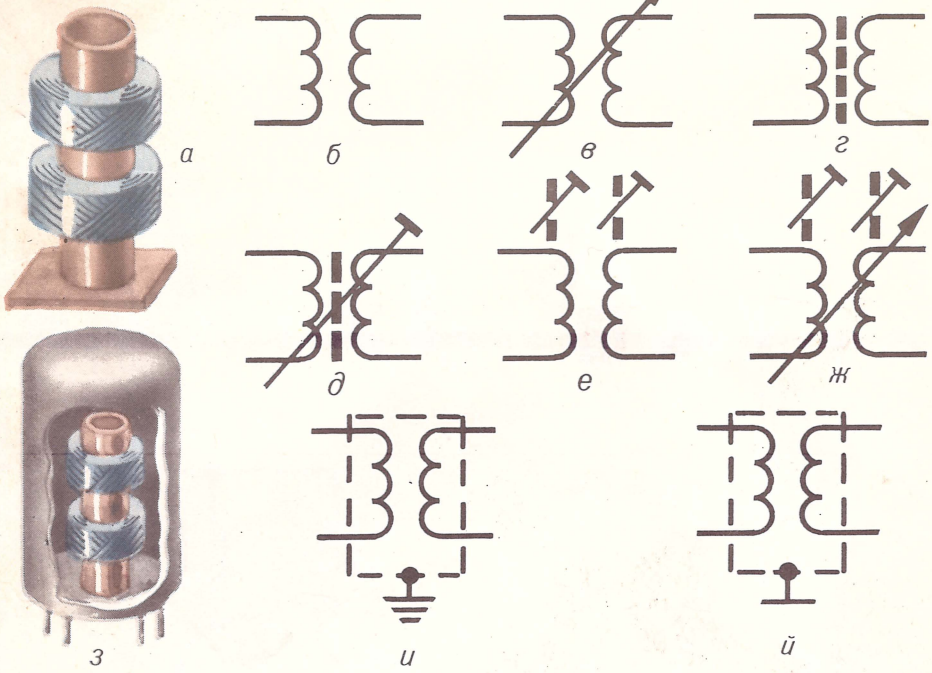
10. КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ ПОДСТРАИВАЕМЫЕ

В резонансных контурах и фильтрах радиоэлектронной аппаратуры широко используются катушки с сердечниками из магнитодиэлектриков и немагнитных материалов.

Магнитодиэлектрические сердечники уменьшают сопротивление магнитному потоку, благодаря чему он увеличивается и увеличивается индуктивность катушки. Поэтому при одной и той же величине индуктивности габаритные размеры катушки можно уменьшить. Наибольшее распространение получили броневые сердечники (**а**) из карбонильного железа или феррита.

Для точной подгонки величины индуктивности катушки (ее подстройки) в процессе заводской регулировки аппаратуры сердечники делают с резьбой, что дает возможность поворачивать их в каркасе катушки (**б** и **в**) и этим изменять индуктивность в определенных пределах. На схемах неподвижный сердечник из магнитодиэлектрика обозначают полужирной штриховой линией (**д**). Катушки, подстраиваемые с помощью сердечников, обозначают одним из символов, показанных на рис. **е** и **ж**.

Сердечник из немагнитного металла — меди или алюминия (**г**) — уменьшает индуктивность катушки. Это происходит вследствие того, что магнитное поле катушки создает вихревые токи в металле. Магнитные потоки этих токов противодействуют основному полю, уменьшая его, поэтому уменьшается индуктивность катушки. Немагнитные сердечники могут быть неподвижными или же могут перемещаться для подстройки катушки точно так, как и сердечники из магнитодиэлектрика. На схемах неподвижный сердечник изображают в виде незатушеванного прямоугольника, а подвижный так, как показано на рис. **з** и **и**.



11. ТРАНСФОРМАТОРЫ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

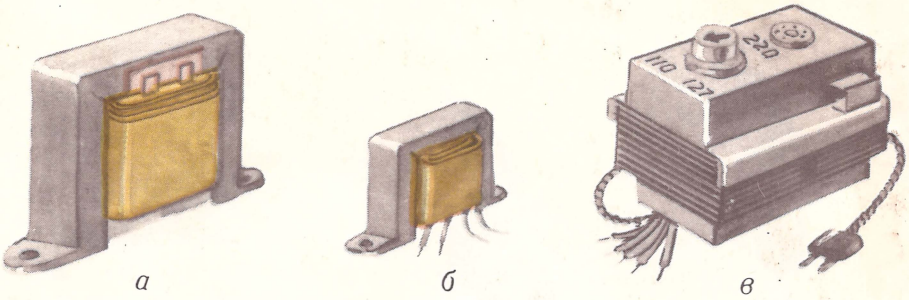
В некоторых современных радиоэлектронных приборах, работающих в диапазоне радиочастот (например, в супергетеродинных радиоприемниках), применяют трансформаторы высокой частоты. Конструктивно они представляют собой две катушки индуктивности, расположенные на общем каркасе (**а**) или на отдельных каркасах так, что между ними возникает индуктивная связь.

Катушки трансформаторов высокой частоты обычно имеют подстроечные магнитодиэлектрические или ферритовые сердечники.

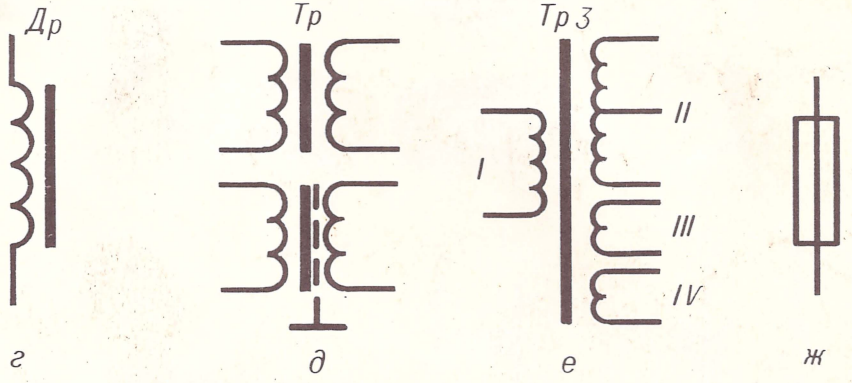
Если катушки индуктивно связаны между собой, но отсутствует сердечник, то их обозначают на схемах, как показано на рис. **б**. При переменной связи обозначение перечеркивают стрелкой (**в**). Если есть общий неподвижный сердечник из магнитодиэлектрика, в обозначении на схемах добавляют полужирную прерывистую линию (**г**). При регулируемом таком сердечнике ставят дополнительный символ (**д**).

В катушках с индивидуальными подстраиваемыми сердечниками, расположенными на разных каркасах, применяют обозначение, показанное на рис. **е**, а если связь переменная, то добавляют стрелку (**ж**).

Часто трансформаторы высокой частоты заключаются в металлический экран (**з**) для защиты от электрических воздействий на них других элементов прибора. Экран обычно соединяют с корпусом прибора или заземляют. Обозначение на схеме таких трансформаторов в экранах показано соответственно на рис. **и** и **й**.



а б в



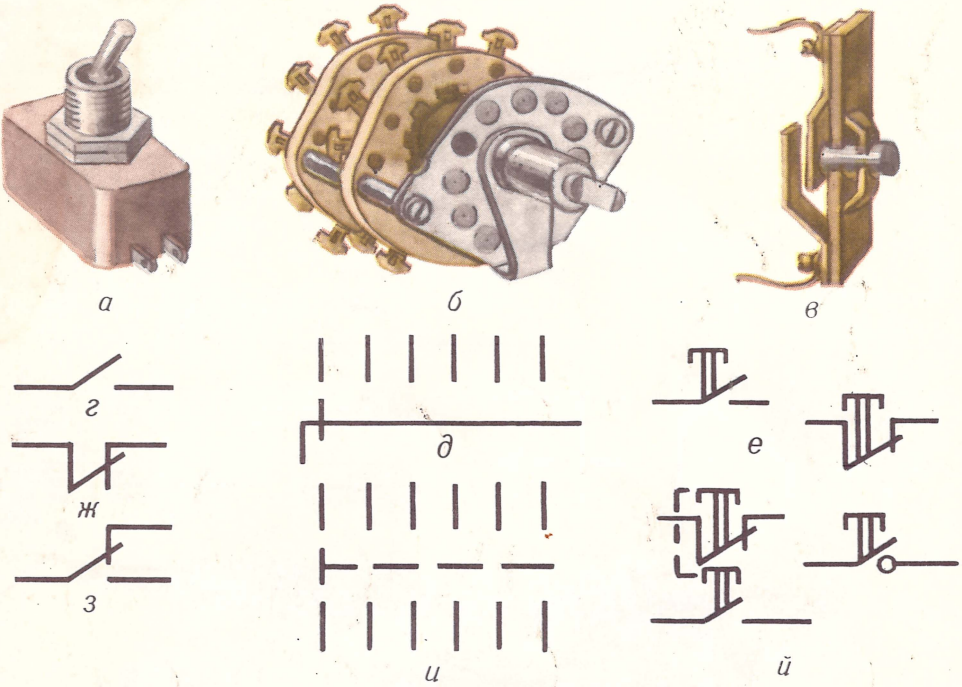
г д е ж

12. ДРОССЕЛИ И ТРАНСФОРМАТОРЫ НИЗКОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

В цепях низкой частоты применяют катушки с замкнутыми сердечниками из ферромагнитных материалов: электротехнической стали, пермаллоя, пермендюра и пр. Благодаря сердечнику увеличивается магнитный поток и возрастает индуктивность катушки. Сердечники набирают из тонких изолированных между собой пластин для того, чтобы уменьшить потери на вихревые токи (Фуко), возникающие в массе сердечника под действием магнитного поля катушки.

Дроссель **(а)** представляет собой катушку с большим количеством витков и замкнутым ферромагнитным сердечником. Его применяют в фильтрах выпрямителей. На схемах он обозначается, как катушка индуктивности с полужирной линией **(г)**. Рядом ставят буквы Др с цифрой, указывающей порядковый номер детали прибора. Трансформатор низкой частоты — НЧ **(б)** — состоит из двух изолированных между собой катушек, расположенных на общем сердечнике. Количество витков катушек зависит от назначения трансформатора. Обозначение на схемах показано на рис. **д**, вверху. Если есть экранная обмотка, ее показывают штриховой линией, соединенной с корпусом прибора (**д**, внизу). Трансформаторы НЧ применяют в радиоэлектронной аппаратуре в качестве входных, междукаскадных и выходных, согласовывающих выход прибора с нагрузкой.

Трансформатор многообмоточный **(в)**, например для выпрямителя, изображают на схеме **(е)**, используя уже известные символы. Разницу в витках отдельных обмоток показывают большим или меньшим количеством полуокружностей, обозначающих витки обмоток. В цепи сетевой обмотки ставят предохранитель **(ж)**.

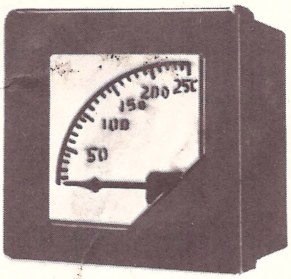


13. КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Приборы, с помощью которых производят включение, выключение, переключение различных цепей, называются коммутационными устройствами.

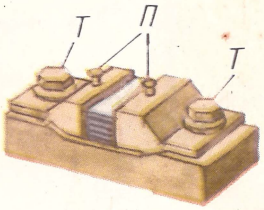
Простейшее, известное всем, коммутационное устройство — выключатель. В радиоэлектронной аппаратуре чаще всего применяют выключатели, которые называются тумблерами (**а**). На электрических схемах приборов показывают контакты выключателей. Замыкающий контакт изображают наклонной линией такой же толщины, как и линии, соединяющие его с элементами схемы (**г**). Размыкающий контакт изображают наклонной линией, пересекающей провод, с которым произведено соединение (**ж**). Иногда применяют переключатели, у которых контакт размыкает одну и замыкает другую цепь (**з**).

В радиоаппаратуре, в различных электронных измерительных приборах используют галетные переключатели (**б**) с большим количеством переключающих контактов. Они закреплены по окружности на изоляционных дисках. Переключатель изображают на схемах прямой линией, на которой условно показан скользящий контакт в виде черточки (**д**). Эти детали вычерчиваются линиями такой же толщины, как и линии соединения их на схеме. Иногда применяют переключатели независимых цепей. Принцип изображения их на схеме такой же (**и**). Кнопки (**в**) тоже относятся к коммутационным устройствам. На рис. **е** показано условное обозначение кнопки, самостоятельно возвращающейся в первоначальное положение, работающей на замыкание (слева) и на размыкание (справа). Контакты переключающей кнопки с самовозвратом изображены на рис. й, слева; справа — кнопка с защелкой, ручным возвратом и замыкающим контактом.

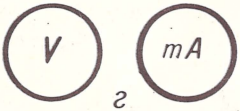


а

б



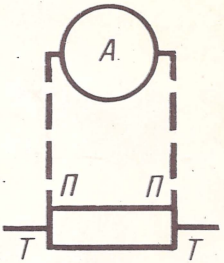
в



г

д

е



й

ж

з

и

14. ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

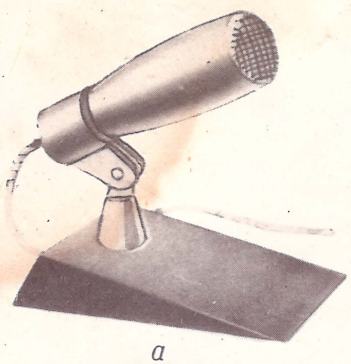
В устройствах контроля режимов электропитания и в других цепях радиоэлектронной аппаратуры применяют показывающие измерительные приборы (**а**). На схемах их обозначают окружностью, в которую вписывают буквенные обозначения единиц измерения или измеряемых величин: вольтметр — V, миллиамперметр — mA (**г**).

Если стрелка прибора отклоняется в обе стороны от нулевой отметки шкалы, то под обозначением измеряемой величины в кружочке ставят стрелку (**ж**, слева). Гальванометр обозначают окружностью с вертикальной стрелкой по диаметру (**ж**, справа). На рис. **д** показано обозначение электронного осциллографа.

Для расширения пределов измерения приборов магнитоэлектрической системы по току (амперметров) применяют шунты (**в**). Их включают в измеряемую цепь токовыми зажимами **Т**, а к потенциальным зажимам **П** присоединяют измерительный прибор. Обозначение на схемах показано на рис. **й**.

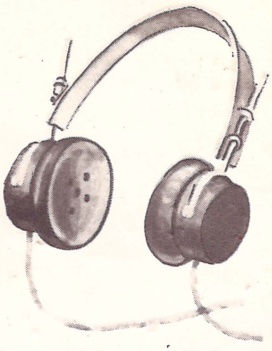
В измерительной радиоэлектронной аппаратуре используют приборы высокой чувствительности — микроамперметры (μA). Они включаются в измеряемую цепь через термопреобразователь (термоэлемент). Он состоит из двух тонких проволочек из разнородных металлов, сваренных в одной точке. Место спая подогревается измеряемым током, в результате на противоположных концах, к которым подключен измерительный прибор, возникает термо- э. д. с. Ее и измеряет прибор.

Чувствительную термопару помещают в баллон, из которого выкачан воздух (**б**). Общее обозначение термопары на схемах показано на рис. **е**; контактной термопары — на рис. **и**, а бесконтактной — на рис. **з**.

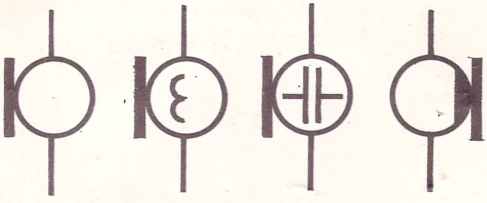


а

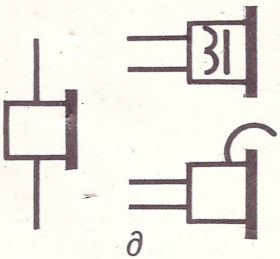
б



в



г



д

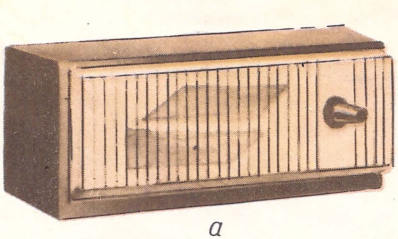
15. МИКРОФОНЫ И ТЕЛЕФОНЫ

Микрофоны — это электроакустические приборы, преобразующие энергию звуковых колебаний в колебания электрического тока.

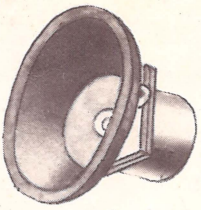
Наиболее широкое распространение в практике получили электродинамические (а) и конденсаторные микрофоны. Их применяют для студийного и трансляционного радиовещания, профессиональной звукозаписи и усиления звука в концертных залах и театрах. Для ведения репортажей пользуются сферическими микрофонами (б), воспринимающими звуковые колебания с любого направления.

Условные обозначения микрофонов на схемах показаны на рис. г. Общее обозначение — окружность с примыкающей полужирной линией, символизирующей мембрану. Для обозначения системы в окружности помещают значок: две соприкасающиеся покуокружности — электродинамическая система; конденсатор — электростатическая (конденсаторная) система. Есть специальные конструкции микрофонов, предназначенных для работы в условиях шума. Работают они от непосредственного воздействия на них голосовых связок, к которым они плотно прижаты. Такие микрофоны называются л а р и н г о ф о н а м и. Условное обозначение их показано на рис. г, справа.

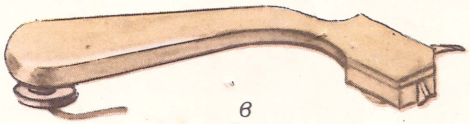
Телефоны преобразуют колебания электрического тока в звуковые. Предназначаются для прослушивания радиопередач, принимаемых радиоприемником. Для удобства закрепления на голове телефоны имеют оголовье (в). Общее обозначение телефонов на схемах показано на рис. д, слева. При необходимости указать систему внутри обозначения помещают условный значок, например элкетромагнитная система (д, вверху). Наличие оголовья изображают в виде дужки (д, внизу).



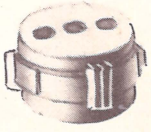
а



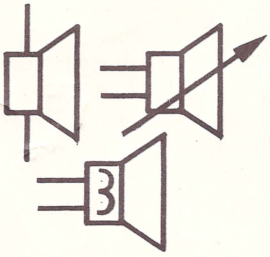
б



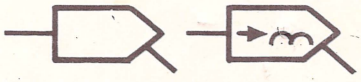
в



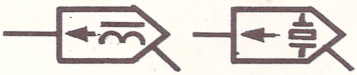
г



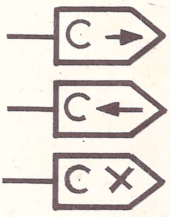
д



е



ж



з

16. ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ И АКУСТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ

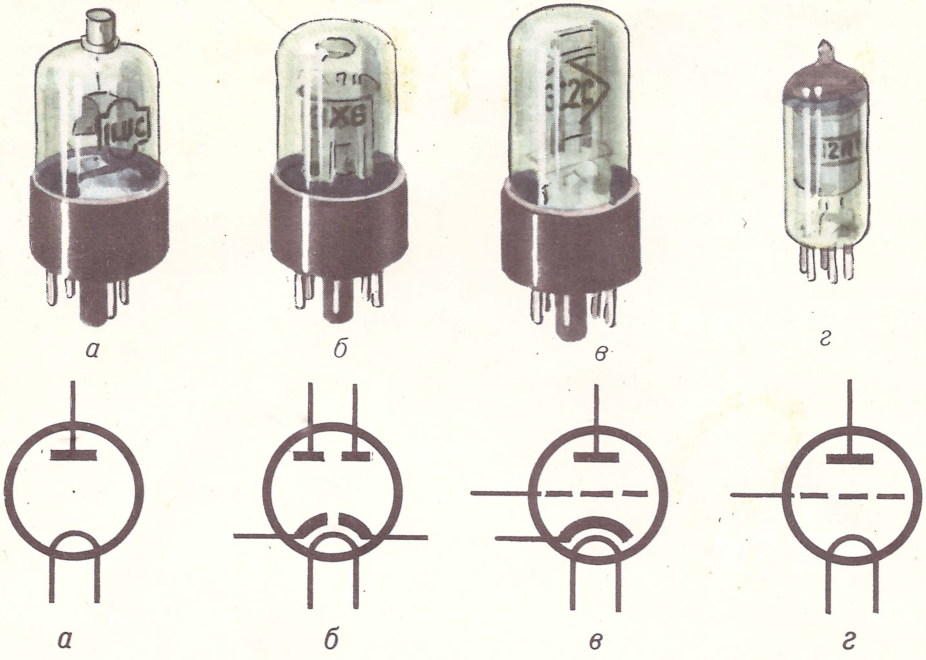
Громкоговорители так же, как и телефоны, преобразуют электрический сигнал в звуковой (акустический). В сравнении с телефонами они обладают большей мощностью.

В настоящее время в основном применяют громкоговорители электродинамической системы (**б**). Их часто оформляют в футлярах различной формы (**а**). Общее обозначение громкоговорителя на схемах показано на рис. **д**, слева. Если допускается регулировка громкости в процессе эксплуатации прибора, то графическое обозначение перечеркивается стрелкой. В нижней части рис. **д** помещено графическое обозначение громкоговорителя электродинамической системы.

Приборы для воспроизведения и записи звука называются акустическими головками. Их применяют в конструкции звукоснимателей (**в**) или в звукозаписывающих устройствах.

Общее обозначение на схемах механической головки показано на рис. **е**, слева. Для указания записывающей головки внутри ее обозначения ставят стрелку с направлением от линии электрической связи и знак, обозначающий систему. Например, на рис. **е**, справа, показано обозначение записывающей механической головки электромагнитной системы. На рис. **ж** — воспроизводящие механические головки; левая — электромагнитной системы, правая — пьезоэлектрической.

Акустические головки для магнитной записи (**г**) и воспроивзедения звука имеют условные графические обозначения, показанные на рис. **з**: верхняя — записывающая, средняя — воспроизводящая, нижняя — стирающая.



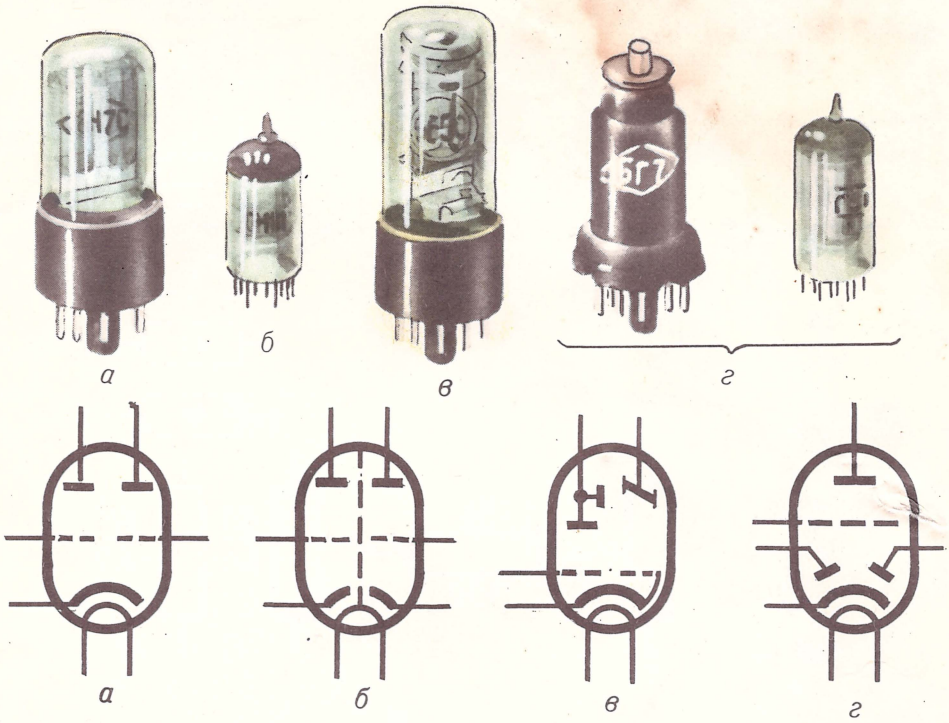
17. ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ, ДИОДЫ И ТРИОДЫ

Электронные лампы различают по количеству электродов, материалу и форме баллона, конструктивному оформлению и назначению. Условное обозначение типа лампы состоит из четырех элементов: первый (цифра) — округленная величина напряжения накала в вольтах; второй (буква) — вид лампы; третий (цифра) — порядковый номер типа; четвертый (буква) — конструктивная особенность.

Диод — двухэлектродная лампа. Маломощные диоды применяются для детектирования сигналов высокой частоты. Второй элемент в обозначении: Д — диод одинарный; Х — диод двойной. Более мощные диоды используют в электропитающих устройствах для выпрямления переменного тока. Они называются кенотронами; второй элемент в обозначении — буква Ц. На рис. **а** показан высоковольтный кенотрон типа 1Ц1С (С — стеклянный баллон). Внизу — графическое обозначение на схемах. Нить накала изображена в виде петли и служит одновременно катодом (катод прямого накала). Анод показан полужирной чертой.

На рис. **б** изображен двуханодный двойной диод 6Х6С косвенного накала, а внизу — его графическое обозначение на схемах. У диода раздельные катоды, они показаны полужирными дугами. Нить накала (подогрев) — общая.

Триод — трехэлектродная лампа. Используется в основном для усиления и генерирования электрических колебаний. На рис. **г** показан триод прямого накала типа 1С12П. Буква С обозначает триод, а буква П — пальчиковый, стеклянный баллон. В лампе имеется третий электрод — сетка (изображена на схеме тремя полужирными штрихами). Распространенный триод косвенного накала типа 6С2С показан на рис. **в**, а внизу — его обозначение на схемах. Подогревный катод изображен полужирной скобкой.



18. КОМБИНИРОВАННЫЕ ЛАМПЫ

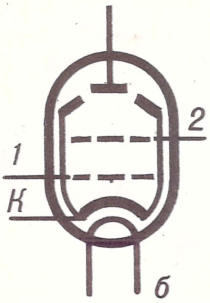
В радиоэлектронных приборах для уменьшения количества ламп, а следовательно, и размеров аппаратуры применяют комбинированные лампы. К их числу относятся двойные триоды. На рис. **а**, вверху, показан один из типов таких триодов косвенного накала с общим катодом. Под ним — графическое обозначение лампы на схемах.

В современной аппаратуре широкое распространение получили двойные триоды пальчиковой серии с раздельными катодами. Один из них, типа 6Н1П, показан на рис. **б**. Внизу приведено его условное графическое обозначение. Штриховая линия обозначает экран, разделяющий левый и правый триоды.

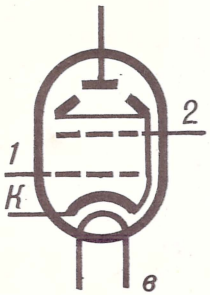
В сетевых приемниках прежних выпусков и в ламповых автомобильных приемниках использовались лампы в металлических баллонах. Среди них — комбинированный двойной диод-триод (**г**). Его графическое обозначение показано внизу. В современной аппаратуре применяются подобные лампы пальчиковой серии в стеклянных баллонах, например тройной диод-триод 6Г3П (рис. **г**, справа).

В радиоприемниках и радиолюбительских конструкциях часто используются комбинированные лампы — электронно-световые индикаторы настройки (**в**). Внизу показано условное графическое обозначение лампы. Левая часть обозначения изображает уже известный триод. Вертикальная полужирная черточка обозначает управляющий электрод, а наклонная полужирная линия, ограниченная короткими черточками, — флуоресцирующий анод. В современных приборах применяется электронно-световой пальчиковой серии типа 6Е1П.

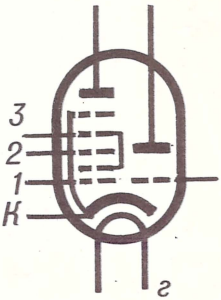
а



б

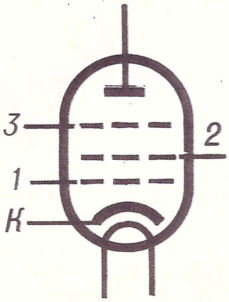


в

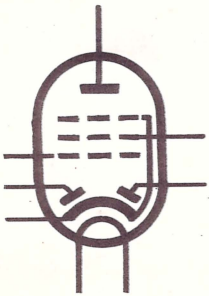


г

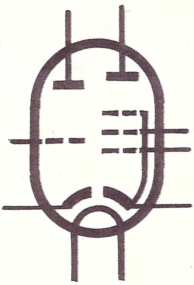
д



е



ж



з

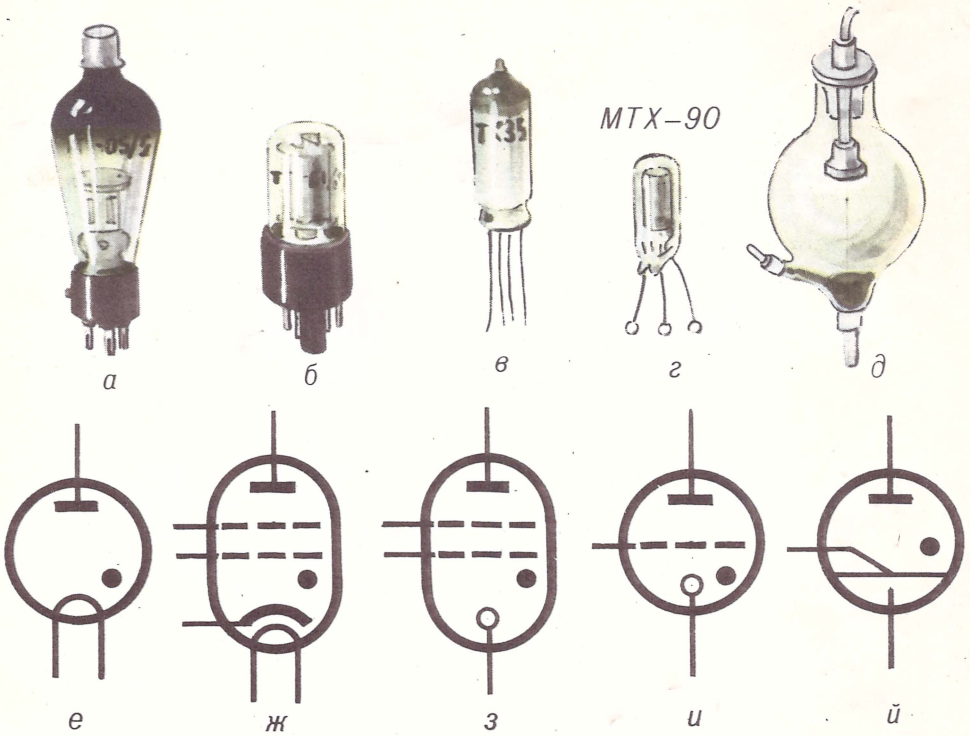
19. МНОГОЭЛЕКТРОДНЫЕ ЛАМПЫ

В выходных каскадах радиоприемников и усилителей применяют лучевые тетроды (а) — четырехэлектродные мощные усилительные лампы. На схемах их изображают одним из условных обозначений — **б** или **в**. В лампе имеются сетки: **1** — управляющая, **2** — экранная и специальные электроды-пластинки, соединенные с катодом К и предназначенные для образования электронных лучей.

Для усиления высоких частот применяют пентоды — пятиэлетродные лампы с очень большим коэффициентом усиления. В условном обозначении такой лампы (**е**) показаны три сетки: **1** — управляющая, **2** — экранная, **3** — защитная, или пентодная (например, лампа 6Ж4П; буква Ж обозначает пентод). Пентоды могут быть в сочетании с диодами (**ж**). В этом случае пентод используется для усиления, а диоды — в схеме детектирования и автоматической регулировки усиления (например, лампа 6Б8С; буква Б обозначает диод-пентод).

Триодная часть триод-пентода (**з**) используется для предварительного, а пентодная — для последующего, более интенсивного усиления сигнала (например, лампа 6Ф1П; буква Ф обозначает триод-пентод, рис. **д**).

Особый вид представляет триод-пентод 6И1П (**г**). Это семиэлектродная пятисеточная лампа (в обозначении буква И). В баллоне лампы объединены триод и гептод, имеющий две сигнальные сетки **1** и **2**, управляющие анодным током при подаче на них напряжения сигнала, экранную сетку **3** и защитную, соединенную с катодом К. Применяется в схемах преобразователей частоты супергетеродинных приемников.

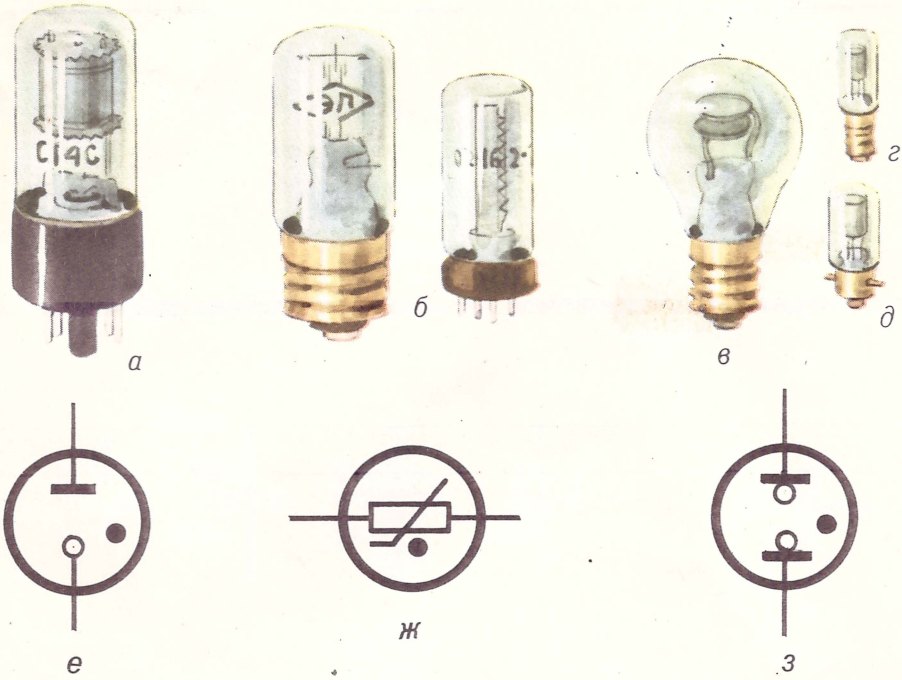


20. ГАЗОТРОНЫ И ТИРАТРОНЫ

Наряду с электронными лампами многочисленную группу составляют различные ионные приборы. В отличие от первых их баллоны заполнены инертным газом или парами ртути, а иногда водородом. В ионных приборах в электропроводности участвуют не только электроны, но и ионы, возникающие вследствие ионизации газа в баллоне.

Наиболее характерным для этой группы приборов является газотрон (**а**). Это двухэлектродный прибор с раскаленным катодом. Его обозначают так, как и двухэлектродную лампу (**е**), и в окружности ставят точку, показывающую газовое наполнение баллона. Управляемый газоразрядный прибор с двумя сетками называется тиратроном (**б**). Его обозначение на схеме (**ж**) похоже на обозначение электронной лампы косвенного накала. Жирная точка указывает на заполнение баллона инертным газом. Тиратрон миниатюрный ТХ3Б (**в**) с холодным катодом (тлеющего разряда). В его условном обозначении (**з**) показан холодный (твердый) катод в виде незатушеванного кружочка. В устройствах автоматики широко применяются тиратроны тлеющего разряда (**г**) с одной сеткой. Условное обозначение их дано на рис. **и**.

В мощных установках для выпрямления переменного тока применяют ртутные выпрямители, основным элементом которых служит ртутный вентиль (**д**). Он состоит из баллона, в котором помещен жидкий катод — ртуть. Там же, в верхней части, расположен анод, а сбоку — специальный поджигатель. Такой прибор называется и г н и т р о н о м. Его условное обозначение на рис. **й**: **1** — поджигатель, **2** — ртутный катод.

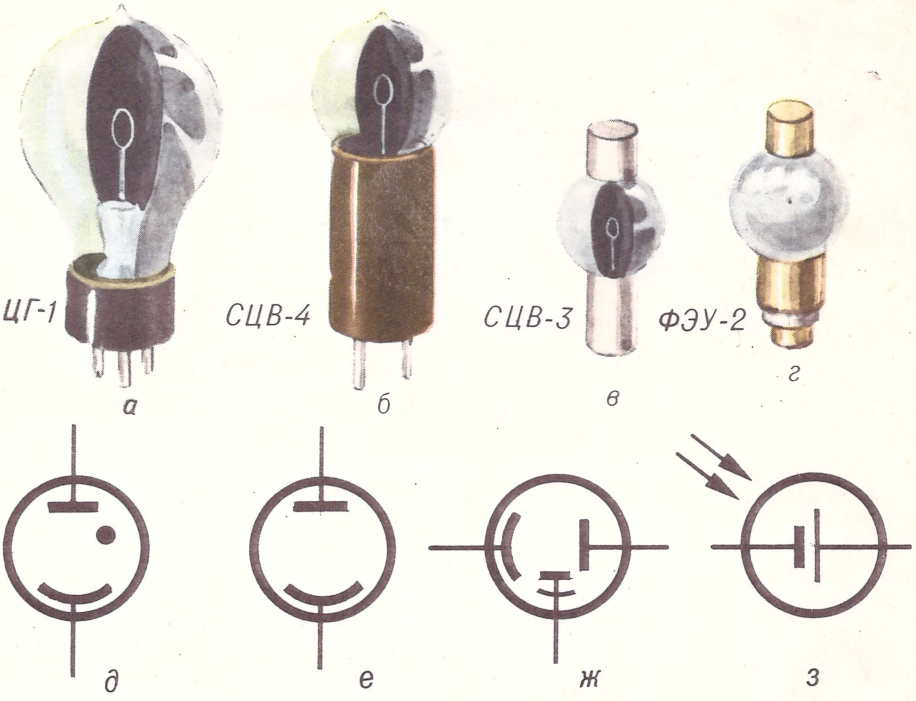


21. СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА. НЕОНОВЫЕ ЛАМПЫ

Для стабилизации постоянного напряжения в цепях электропитания применяют стабилитрон (**а**). Это газовый стабилизатор напряжения, представляющий собой газоразрядную двухэлектродную лампу с холодным катодом. Баллон лампы заполнен инертным газом. Условное обозначение прибора на схемах (**е**) такое же, как и газонаполненного прибора с твёрдым катодом.

Для стабилизации тока в цепи используется стабилизатор тока — бареттер (**б**). Он не является газоразрядным прибором. Баллон бареттера заполнен водородом, а внутри баллона вмонтирована стальная нить, сопротивление которой изменяется в зависимости от подведенного к прибору напряжения. При этом среднее значение силы тока в цепи не изменяется. Условное изображение прибора (**ж**) состоит из символа, обозначающего резистор, помещенный внутри окружности. Дополнительные значки указывают на нелинейность сопротивления и газовое заполнение баллона. Иногда в окружности ставят букву U.

К газоразрядным приборам принадлежат неоновые лампы. Их применяют в цепях сигнализации, в качестве индикаторов напряжения и т. п. На щитах и пультах иногда встречаются лампы с плоскими электродами (**в**). В приборах и других устройствах применяют неоновые лампы меньших размеров (**г** и **д**) с различной формой электродов. Условное обозначение этих ламп (**з**) состоит из окружности, внутри которой изображены два комбинированных электрода (анод — холодный катод). Точка обозначает газовое заполнение баллона.



22. ФОТОЭЛЕМЕНТЫ И ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ УМНОЖИТЕЛИ

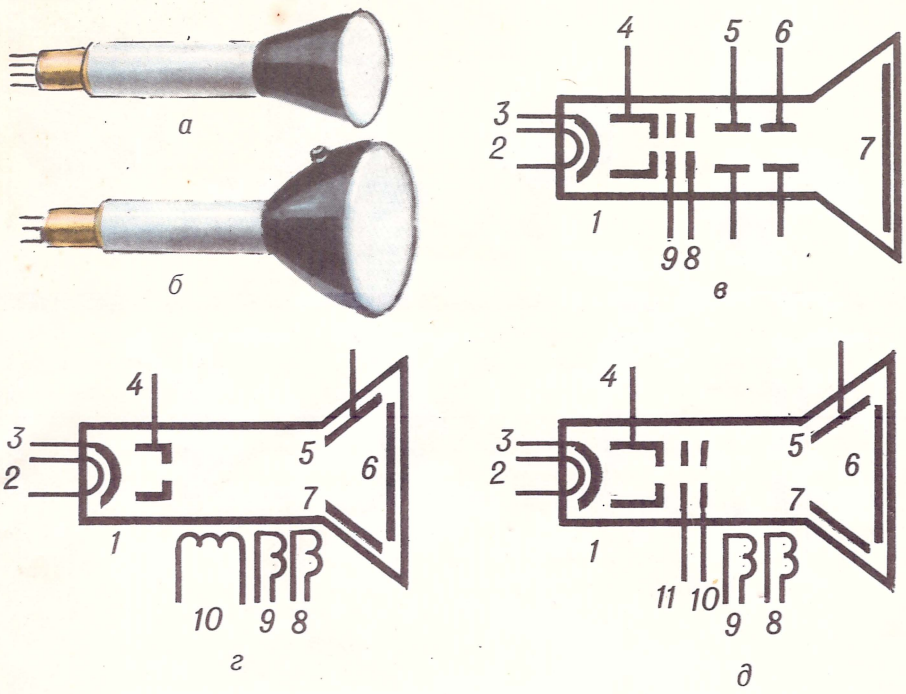
Фотоэлементы — приборы, электронный поток в которых возникает под действием светового потока на фотокатод. Фотоэлемент состоит из стеклянного баллона, в котором находятся два электрода (**а, б, в**).

Катод — светочувствительный слой, нанесенный на внутренней стороне баллона. Противоположная сторона его остается прозрачной для проникновения света на катод. Анод — диск или колечко, укрепленные на металлическом стерженьке, закрепленном в стеклянной ножке. Выводы электродов, в зависимости от конструкции прибора, сделаны через цоколь (**а, б**) или присоединены к металлическим контактам, закрепленным на баллоне (**в, г**).

Примеры маркировки фотоэлементов: ЦГ-1 (**а**) — газонаполненный фотоэлемент с кислородно-цезиевым катодом; СЦВ-4 (**б**) и СЦВ-3 (**в**) — вакуумные с сурьмяно-цезиевым катодом. Цифры, следующие за буквами, обозначают номер разработки фотоэлемента. Условное обозначение вакуумных фотоэлементов на схемах показано на рис. **е**. Фотокатод изображают в виде полужирной дуги. Если баллон заполнен газом, внутри обозначения ставят точку (**д**). Полупроводниковые фотоэлементы обозначают символом, помещенным в окружности (**з**).

Фотоэлектронный умножитель (**г**) — прибор, в котором, кроме основного электронного потока фотокатода, используется поток вторичных электронов. Благодаря этому увеличивается ток в анодной цепи прибора. Такой умножитель можно использовать, не применяя усилителей. Обозначение однокаскадного фотоэлектронного умножителя на схемах показано на рис. **ж**.

Фотоэлементы и фотоэлектронные умножители применяют в различных устройствах автоматики, измерительных приборах, фототелеграфии, звуковом кино.



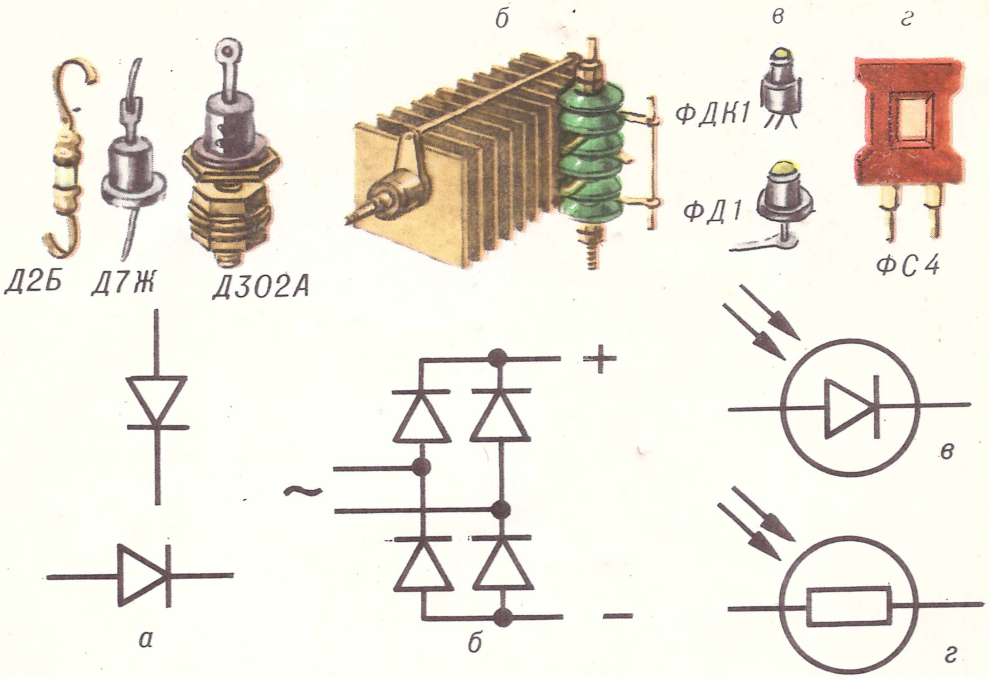
23. ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ТРУБКИ

В электронно-лучевой трубке с помощью специальных электродов, помещенных в стеклянном баллоне, из которого выкачан воздух, создается узкий направленный пучок электронов — электронный луч. Под действием переменных электрических или магнитных полей луч перемещается внутри баллона и, попадая на экран, вызывает его свечение.

Трубки применяются в осциллоскопах — приборах для наблюдения формы электрических сигналов, в радиолокации, электрокардиографах, в телевизионных передающих камерах, телевизорах и т. п.

Самая простая по устройству электронно-лучевая трубка — с электростатической фокусировкой и электрическим отклонением луча (**а**). Ее условное обозначение на схемах показано на рис. **в**: **1** — стеклянный баллон; **2** — нить накала; **3** — подогревный катод; **4** — управляющий электрод; **5** — пластины вертикального и **6** — горизонтального отклонения луча; **7** — флуоресцирующий экран; **8** — второй и **9** — первый аноды. Дно баллона покрыто люминофором и является экраном.

В приемной телевизионной трубке-кинескопе (**б**) используется электромагнитная фокусировка и электромагнитное управление электронным лучом. В стеклянном баллоне 1 (**г**) расположены электроды: **2**, **3**, **4** — такие же, как на рис. **в**; **5** и **7** — внутреннее металлизированное покрытие, выполняющее роль анода; **6**—флуоресцирующий экран. Вне баллона показаны катушки **8** и **9**, управляющие лучом, и фокусирующая катушка **10**. У кинескопа с электростатической фокусировкой и электромагнитным отклонением электронного луча в условном обозначении (**д**) такие же элементы, как и у предыдущего, за исключением фокусирующей катушки, вместо которой используют: **10** — второй и **11** — первый аноды.



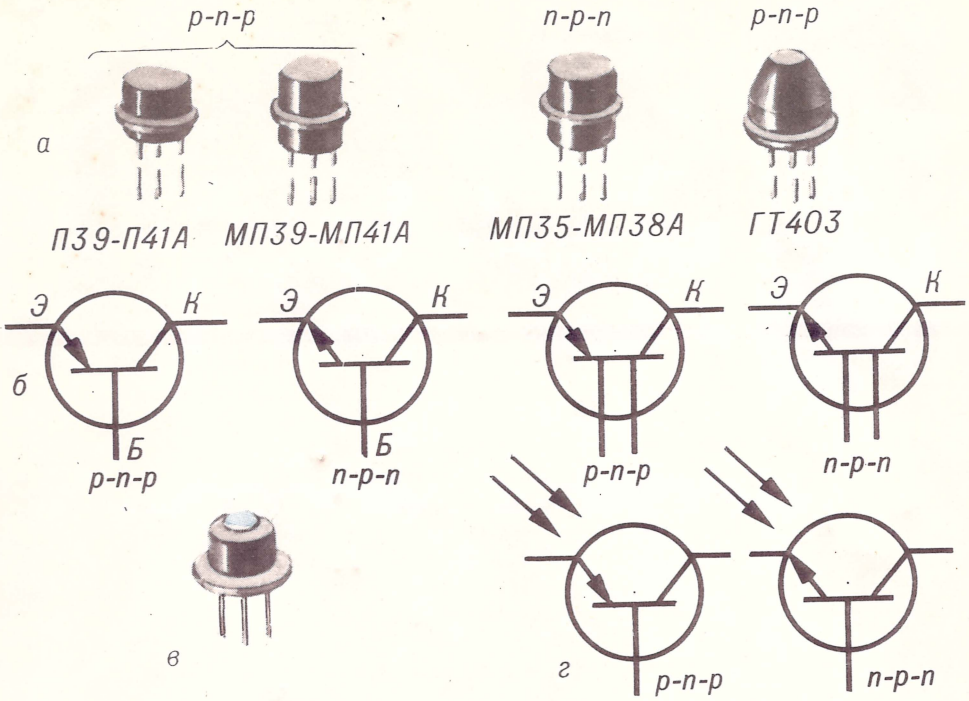
24. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ И РЕЗИСТОРЫ

Принцип действия плоскостных диодов основан на односторонней проводимости плотного контакта между разнородными полупроводниками (р—n-перехода) или контакта между металлом и полупроводником в точечных диодах.

Плоскостные диоды применяют для выпрямления переменного тока промышленной частоты, а точечные — для детектирования сигналов высокой частоты.

Маркировка диодов состоит из четырех элементов, например: КД202А — кремниевый, выпрямительный, сплавной, группы А. Диоды, разработанные ранее и выпускающиеся промышленностью, имеют маркировку из двух или трех элементов: Д2Б — германиевый, точечный, группы Б; аналогично Д7Ж; Д302А — германиевый, сплавной, выпрямительный, группы А. Внешний вид и обозначение диодов на схемах показано на рис. **а**.

К полупроводниковым приборам относятся селеновые выпрямительные столбы (**б**). Пример маркировки: 15ДМ24А — столб из квадратных выпрямительных элементов 15×15 мм, класс Д, схема соединения мостовая — М, общее число элементов 24, тип А. Условное обозначение показано на рис. **б**, внизу. Во всех радиоэлектронных устройствах, где применяются фотоэлектронные приборы, используются фотодиоды (**в**). Они обладают более высокой чувствительностью в сравнении с вакуумными фотоэлементами. Обозначение их на схемах показано на рис. **в**, внизу. Полупроводниковые материалы используют в фоторезисторах (**г**) — приборах резко изменяющих величину сопротивления в зависимости от освещенности. Применяются они в схемах автоматики, кибернетических машин и т. д. Условное обозначение фоторезистора показано на рис. **г**, внизу.



25. ТРАНЗИСТОРЫ И ФОТОТРАНЗИСТОРЫ

В полупроводнике определенного вида проводимости, разделенном посередине небольшой областью полупроводника противоположного вида два *p*—*n*-перехода. Такая система обладает усилительными свойствами. Это положено в основу устройства полупроводникового триода — транзистора.

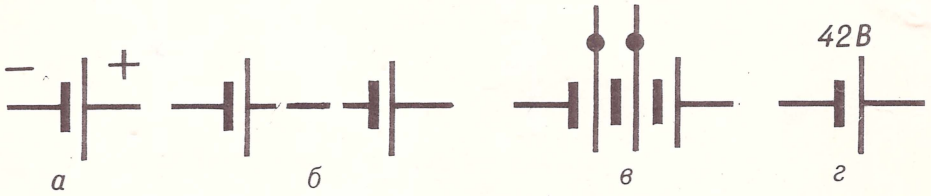
В радиоэлектронной аппаратуре применяют транзисторы двух видов. У транзисторов типа *p*—*n*—*p* (а) используется основной полупроводник типа **р**, разделенный областью п. На схеме ее изображают полужирной чертой внутри окружности и называют базой Б. Левая область полупроводника, обозначенная стрелкой, называется эмиттером **Э**, а правая — коллектором **К**.

В условном обозначении транзистора *p*—*n*—*p* стрелка эмиттера направлена к базе, а у транзисторов *n*—*p*—*n* — от базы.

По внешнему виду большинство транзисторов похожи друг на друга, поэтому для определения их типа следует руководствоваться справочниками.

Примеры маркировки: П39—П41А — германиевые транзисторы типа *p*—*n*—*p* в горячесварном корпусе; МП39—МП41А — то же, но в холодносварном корпусе и с другим расположением выводов; МП35—МП38А — германиевые транзисторы типа *n*—*p*—*n* в холодносварном корпусе; ГТ403 — германиевый выходной транзистор. Обозначение на схемах полупроводниковых транзисторов с двумя базовыми выводами показано на рис. **б**, справа.

Фототранзистор (**в**) — прибор, усиливающий фототок при воздействии на него световых лучей. Его применяют в системах автоматики, телеконтроля, фототелеграфии и других устройствах. Условное обозначение показано на рис. **г**.



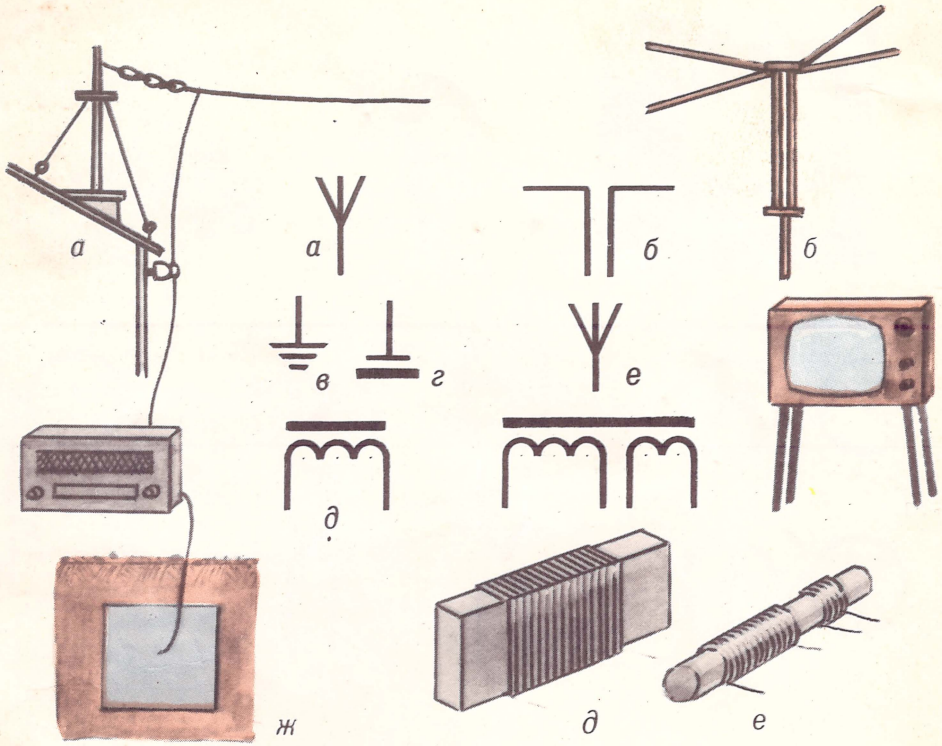
26. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

В различной малогабаритной радиоаппаратуре, устройствах сигнализации, потребляющих незначительную энергию, используют электрохимические источники тока — гальванические элементы и батареи, а также и аккумуляторы.

В переносных малогабаритных приемниках применяют элементы типа 373 (торговое название «Марс» или «Сатурн»). В некоторых конструкциях используют элементы типов 343 и 316. Они различаются размерами и емкостью, исчисляемой в ампер-часах. При одних и тех же условиях эксплуатации элементы большего размера обеспечивают питание прибора более продолжительное время. Начальное напряжение элемента в среднем 1,5 В.

Карманные радиоприемники питаются от специальных малогабаритных батарей «Крона ВЦ», начальное напряжение которых равно 9 В. Иногда пользуются батареями типа КБС-л-0,5 (3336Л), э.д.с. которых 4,5 В.

На схемах гальванический элемент и аккумулятор обозначают двумя черточками (**а**): одна тонкая длинная — плюс (+); другая — полужирная короткая — минус (—). Знаки полярности можно не указывать. Батарею обозначают двумя элементами (**б**), разделенными тремя штрихами. Ее можно обозначать одним элементом (**г**), но вверху надо ставить цифры, указывающие напряжение в вольтах. Если батарея имеет отводы, ее обозначают тремя элементами, а отводы проводят от длинных черточек (**в**).



27. АНТЕННЫ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ, ПРОТИВОВЕС

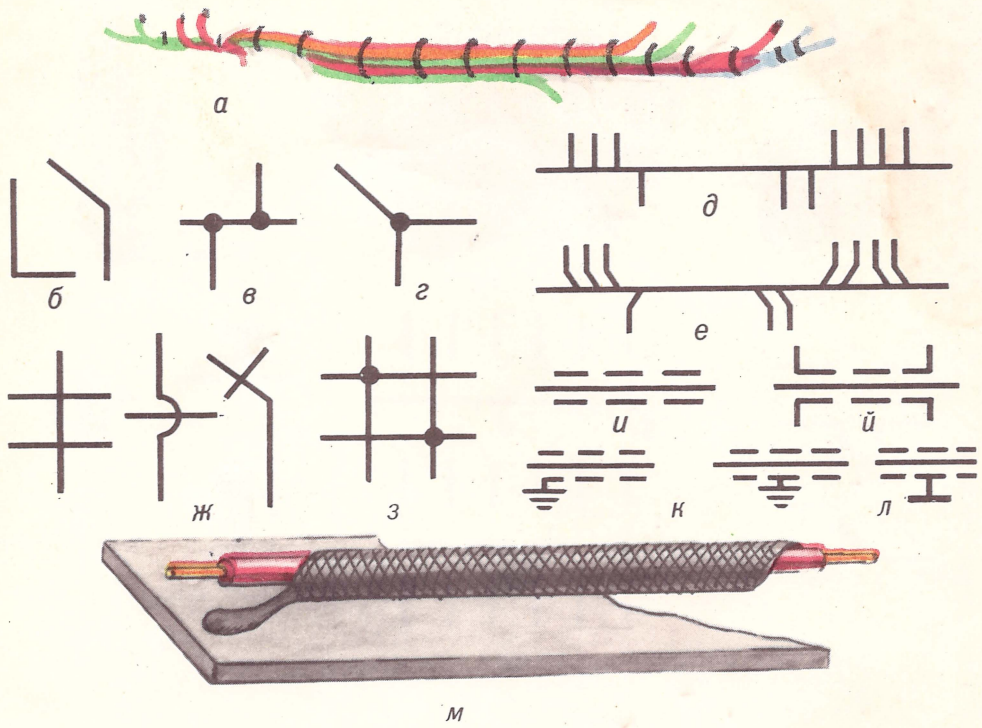
Существуют различные конструкции антенн, имеющих одно и то же назначение. Приемные антенны (**а**) чаще всего делают из провода, подвешенного к высоким мачтам и изолированного от них специальными орешковыми изоляторами. Общее условное обозначение антенны показано на рис. **а**, справа.

Одним из элементов радиоустановки является заземление (**ж**) из металлического листа или куска водопроводной трубы, зарытых в землю. На схеме — рис. **в**.

На передающих радиостанциях вместо заземления используют противовес — сеть проводов, подвешенных под антенной и изолированных от земли. Условное обозначение — на рис. **г**. Противовес применяют также в автомобилях, поездах. Им служит металлическая рама, опирающаяся на ходовые устройства.

Для приема телевизионных программ применяют специальные антенны, работающие в диапазоне ультракоротких волн. На рис. **б** показана V-образная 12-канальная антенна; обозначение на схемах — рис. **б**, слева.

В современных радиоприемниках, особенно в малогабаритных, используют магнитную антенну — ферритовый стержень с одной или двумя обмотками (**е**). Вверху показано условное обозначение такой антенны на схемах. Иногда применяют сердечник прямоугольного сечения (**д**). При изображении магнитной антенны можно не указывать общего обозначения ее, если нет особой необходимости (рис. **д**, вверху).



28. ЛИНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

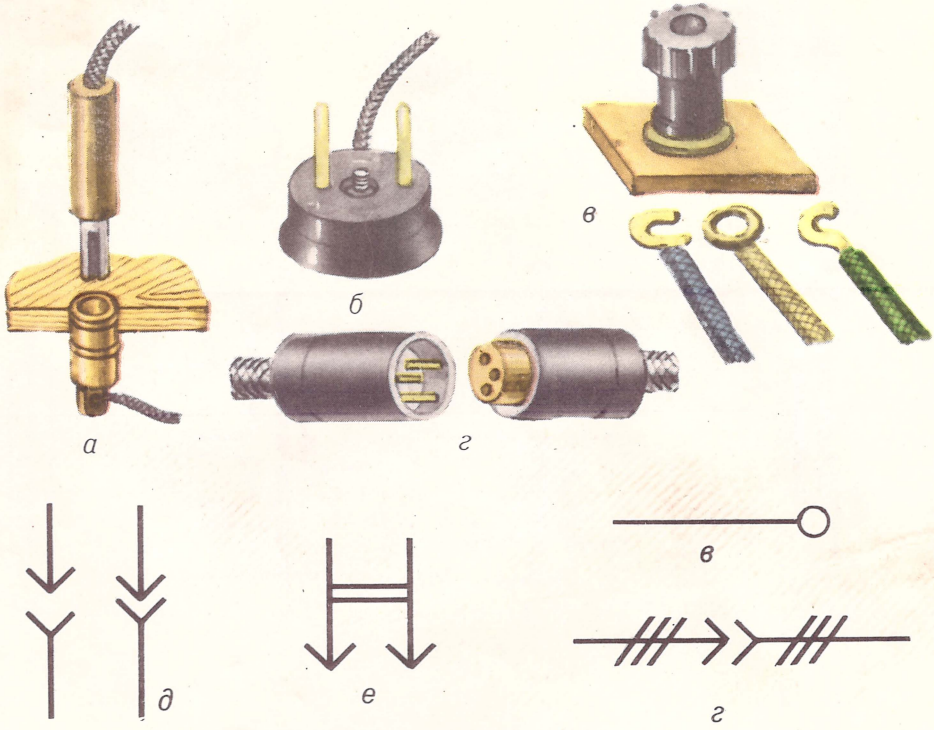
Провода и кабели (линии электрической связи), соединяющие приборы или детали, составляющие прибор, независимо от их марки изображают на схемах прямой линией. Изгибы линий электрической связи показывают под углом 90° или 135° (**б**). Ответления их также изображают под прямым углом или под углом, кратным 45° (**г**). Места соединений обозначают выделяющейся точкой, как бы символизирующей место спайки.

Часто на схемах приходится изображать пересечения линий электрической связи без электрического соединения. В этом случае пересекающиеся линии проводят под углом 90° или 135° (**ж**).

Если надо показать взаимное расположение линий электрической связи, то линию, расположенную сверху, в месте пересечения обозначают полуокружностью (**ж**, справа). Место соединения линий при пересечении обозначают точкой (**з**).

Соединительные провода в монтаже аппаратуры, связанные в жгут (**а**), на схемах изображают одним из обозначений **д** или **е**.

Экранированную линию связи (**м**) на принципиальных схемах изображают сплошной линией, вдоль которой с обеих сторон проводят штриховые линии (**и**). Если экранировка частичная, то концы штриховых линий отогнуты (**й**). Заземление экранировки в начале или в промежуточных точках показано на рис. **к**, а соединение с корпусом устройства — на рис. **л**.



29. КОНТАКТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

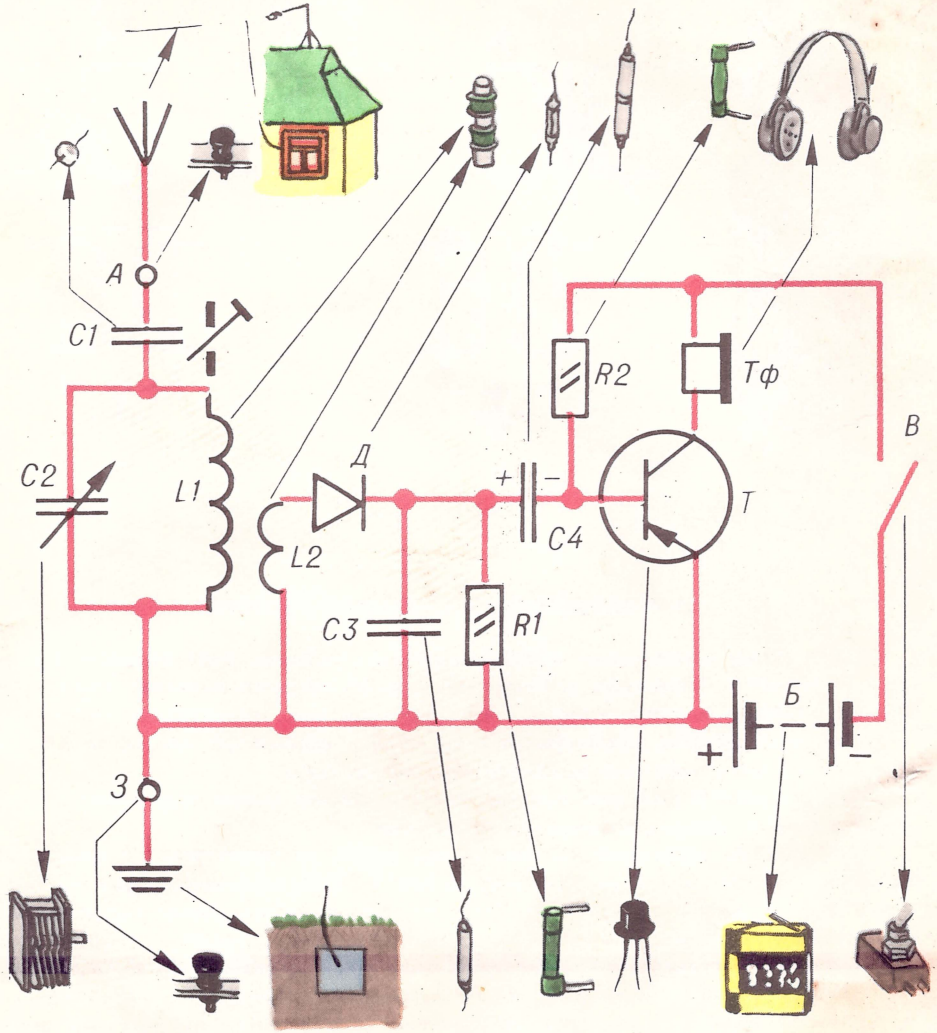
К группе контактных соединений относят различные приспособления, предназначенные для соединения радиоэлектронных приборов с внешним устройством и между собой. Простейшим соединительным приспособлением служит штепсельное гнездо и штырек (**а**). Гнездо соединено электрически с соответствующей цепью в монтаже прибора, а штырек присоединен к соединительному проводу. Схематическое изображение этих элементов показано на рис. **д**. Штырек — прямая линия, на конце которой показана стрелка с углом раствора 90°. Гнездо обозначается стрелкой, концы которой повернуты в обратном направлении.

Двухпроводную соединительную штепсельную вилку (**б**) изображают как два штырька (**е**), соединенные изоляционной планкой.

Многопроводные кабели соединяют между собой и с аппаратурой посредством разъемов (**г**). На схемах их показывают как штепсельное соединение, применяя однолинейное изображение. В этом случае линию электрической связи пересекают наклонными черточками, количество которых указывает на число (—) электрических линий связи в кабеле (**г**, внизу).

В некоторых устройствах и приборах применяют разъемные соединения в виде зажима (**в**). Под его головку подкладываются концы соединительных проводов, согнутые в виде полукольца или с напаянными наконечниками, и при завинчивании головки плотно прижимаются к нижнему контакту, соединенному с монтажным проводом. Условное обозначение их на схемах показано на рис. **в**, внизу.

СХЕМА РАДИОПРИЕМНИКА И ЕЕ ДЕТАЛИ



Данные схемы: С1-51пФ; С2-11-450пФ; С3-0,01мкФ; С4-10,0мкФ×10В; R1-10к; R2-91к; L-1-136 витков проволоки ЛЭШО 7×07 (4 секции); L-2-25-30 витков. d каркаса 10,5мм; Т-МП 39; Б-3336Л; Д-Д2Б.

КАК ЧИТАТЬ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СХЕМЫ

Все, кто желает самостоятельно собирать радиоприемники, усилители и другие интересные радиоэлектронные приборы, должны свободно читать схемы.

Для того чтобы понимать язык схем, необходимо изучить их азбуку — условные графические обозначения элементов и деталей, применяющихся в радиоэлектронных приборах. Нужно представлять себе условный графический значок и внешний вид детали, а также знать физические процессы, происходящие в элементах схем. Этого можно достичь, совершенствуя свои знания в области физики, электротехники и радиоэлектроники.

В первом выпуске нашей серии «Делайте сами» были описаны две схемы простых транзисторных приемников, в которых использовалось несколько распространенных видов деталей. В последующих выпусках количество разновидностей деталей большее, поэтому необходимо ознакомиться с их назначением и графическими обозначениями в схемах.

Цель этого выпуска — помочь юным конструкторам радиоприборов освоить азбуку радиоэлектронных схем. В выпуске помещены изображения наиболее распространенных и часто встречающихся элементов и радиодеталей и их графическое обозначение на схемах в соответствии с требованиями Государственных стандартов, входящих в Единую систему конструкторской документации (ЕСКД), с учетом изменений, происшедших со времени введения в действие этих стандартов.

В пояснениях к каждой группе обозначений изложены краткие сведения о радиодеталях, их назначении и об областях применения. В необходимых случаях указаны номиналы, характеризующие деталь. Приведены примеры буквенных и цифровых обозначений, определяющих номиналы.

Второй выпуск серии, как и первый, предназначен для учащихся техникумов и профтехучилищ разных специальностей. Его могут также использовать в специальных техникумах как наглядное пособие по дисциплине «Черчение» при изучении радиоэлектронных схем. Наглядное пособие найдет широкое применение в школах радиоэлектроники ДОСААФ, в средних общеобразовательных школах, в кружках дворцов пионеров и среди широкого круга радиолюбителей.

АЛЕКСАНДР ЛЕОНТЬЕВИЧ БАРТНОВСКИЙ,
заслуженный учитель УССР

УЧИТЕСЬ ЧИТАТЬ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СХЕМЫ

Выпуск 2

Издание второе, переработанное

Редактор **В. Ф. Хмель**
Художественное оформление **Б. И. Савченко**
Художественный редактор **И. Г. Суханко**
Технический редактор **А. И. Омоховская**
Корректор **Н. Н. Шевченко**

Информ. бланк № 2662

Сдано в набор 20.10.77. Подп. в печать 17.08.78. БФ 08829. Формат 60×90. Бумага офс. № 1. Журн. рубл. гарн. Офс. печать. 2 печ. л. 2,05 уч.-изд. л. Тираж 270 000 (1 завод 1—150 000) экз. Изд. № 3364. Зак. № 7-3142. Цена 25 коп.

Головное издательство издательского объединения «Вища школа», 252054, Киев-54 ул. Гоголевская, 7
Одесская книжная фабрика РПО «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, Дзержинского, 24.

У 30404—302
М211(04)—78 215—78

© Издательское объединение «Вища школа», 1978